心理科学进展 2019, Vol. 27, No. 8, 1384–1393
Advances in Psychological Science DOI: 10.3724/SP.J.1042.2019.01384

·研究前沿(Regular Articles)·

颜色类别知觉效应的机制：语言的作用*

谢书书[1] 张积家[2]

([1]集美大学教师教育学院，厦门 361021) ([2]中国人民大学心理学系、国家民委民族语言文化心理重点研究基地、教育部民族教育发展中心民族心理与教育重点研究基地，北京 100872)

摘 要 颜色类别知觉效应(Category Perception, CP效应)表明，在颜色之间物理差异距离相等的前提下，个体区分不同类别的颜色比区分同一类别的颜色更快、更准确。这一效应产生的机制成为普遍进化理论和Sapir-Whorf假设之间争论的重要证据。支持CP效应由语言驱动的学者提出了CP效应单侧化、受语言即时任务影响、跨语言研究和神经生理机制等证据，以表明语言在CP效应中起决定性的作用；支持CP效应具有普遍性的学者以CP效应双侧化、婴儿的CP效应、跨语言的反证等证据提出了质疑。近年来，出现了第三种观点，认为在颜色CP效应中语言驱动机制和普遍机制并存，这种理论是普遍进化理论和Whorf假设的折衷观点。从支持CP效应由语言驱动的证据、支持CP效应独立于语言的证据以及支持两种机制并存的观点等三个方面入手，可分析颜色CP效应的产生机制及语言在其中所起的作用，未来研究可从概念系统渗入知觉系统的角度进行拓展。

关键词 颜色知觉类别效应；语言驱动机制；Whorf假设；普遍进化理论

分类号 B842

1 引言

对于语言与认知的关系，一直存在着普遍进化理论(the Universal Evolution Theory)和Whorf假设(Sapir-Whorf Hypothesis)的争论。颜色认知是考察这一争论的主要领域。普遍进化理论认为，不同语言使用者的颜色认知以普遍的生理机制为前提，不存在着质的不同(Berlin & Kay, 1991; Kay, 2002; Kay & Regier, 2003); Whorf假设的支持者认为，语言影响使用者的颜色认知与分类，甚至塑造其颜色知觉(Kay & Kempton, 1984; Özgen & Davies, 2002; Roberson, Davies, & Davidoff, 2000)。近年来，出现了第三种观点，即颜色认知的普遍性和语言的影响并存，普遍进化理论和Whorf假设的争论会割裂颜色认知的真正机制(Kay & Regier, 2007; Lillo et al., 2018; Regier, Kay, & Khetarpal, 2007; Regier & Xu, 2017)。语言确实影响颜色知觉，但需要明确这种影响的机制是什么？语言是从知觉上重塑了颜色空间，还是仅在知觉过程中起了标签的作用？颜色的类别知觉效应(Category Perception，以下简称CP效应)是考察上述问题的重要证据。

颜色CP效应是指在颜色之间物理差异距离相等的前提下，个体区分不同类别的颜色比区分同一类别的颜色更快、更准确(Bornstein & Korda, 1984; Daoutis, Pilling, & Davies, 2006; Regier, Kay, & Cook, 2005; Siok et al., 2009)。例如，当彩虹出现时，个体并非将彩虹视为物理上连续变化的光谱序列，而是依据“赤、橙、黄、绿、青、蓝、紫”等类别信息将其划分为不同类别的颜色(Goldstone & Hendrickson, 2010)。在彩虹中，跨类别的颜色比类别内的颜色更容易被觉察和区分，即便它们在光谱上的物理距离是相等的。这种颜色的类别效应是否全然是因为语言导致了类别信息产生，从而影响了个体的颜色知觉？Whorf 假设的支持

收稿日期：2018-11-15
* 福建省社会科学规划项目(FJ2016B286)；中国人民大学科学研究基金(中央高校科研业务费专项资金资助)项目(17XNL002)；国家留学基金(留金发[2018]3058号)。
通信作者：张积家, E-mail: Zhangjj1955@163.com

者认为，颜色 CP 效应是由语言驱动的，个体在掌握语言之后，语义类别干预了知觉进程，是语言导致了 CP 效应。普遍进化理论的支持者却认为，颜色 CP 效应独立于语言，具有普遍性。由于颜色 CP 效应可能印证人类高级的概念系统对低级的知觉系统的注入，能够检验普遍进化理论和 Whorf 假设的争论，因此一直是语言认知领域的研究焦点。本文梳理了近 20 年来颜色 CP 效应的相关研究，从支持语言驱动机制的证据、支持 CP 效应独立于语言的证据以及支持两种机制并存的观点三个方面对颜色 CP 效应的产生机制进行了综述，分析语言在其中所起的作用。

2 支持颜色 CP 效应由语言驱动的证据

大量的证据显示，语言是颜色 CP 效应产生的决定性的因素，CP 效应是 Whorf 假设强有力的证据。已有研究主要在以下几个方面证明颜色 CP 效应是由语言驱动的。

2.1 颜色 CP 效应的左脑单侧化优势

颜色 CP 效应的左脑单侧化优势是语言驱动 CP 效应的重要证据。研究发现，在颜色搜索实验中，只有当色块出现在右视野(投射到左脑)时，才会出现 CP 效应。左脑是语言的优势功能区，CP 效应的产生与语言密不可分(Gilbert, Regier, Kay, & Ivry, 2006; Gilbert, Regier, Kay, & Ivry, 2008; Liu et al., 2010; Mo, Xu, Kay, & Tan, 2011; Regier & Kay, 2009; Roberson & Pak, 2009; Tan et al., 2008; Thierry, Athanasopoulos, Wiggett, Dering, & Kuipers, 2009)。Gilbert 等人(2006)采用色环搜索任务考察英语被试区分蓝色和绿色的表现，被试需要在一个由 12 个色块组成的色环中，将 1 个与其他 11 个不同色块搜索出来，并且判断该色块在色环的左边或右边。实验发现，当目标色块出现在右视野时，颜色 CP 效应非常显著；当目标色块出现在左视野时，未发现显著的 CP 效应。在进行双任务操作时，这一反应模式受言语干扰次任务影响，却不受图形干扰次任务影响。Gilbert 等人认为，右视野之所以出现类别知觉效应，正是由于语言的直接参与。由于大脑左半球是语言的优势功能区，当目标色块出现在右视野时，颜色词被激活，不同类别的色块具有不同的名称，被试可以直接借助于颜色词来区分色块。同一类别的色块由于名称相同，颜色词的激活反而阻碍了被试完成任务，因而右视野出现了显著的类别效应。左视野并未出现 CP 效应，说明缺乏语言的协助，被试区分类别内色块或类别间色块的差异并不显著。由此，Gilbert 等人认为，语言驱动是 CP 效应产生的主要原因。Gilbert 等人还在非颜色知觉领域进行了验证，发现被试对猫和狗的动物形状知觉辨别也存在着与颜色领域一致的 CP 效应。因此认为，CP 效应的单侧化普遍存在，反映了语言和知觉编码在左脑的交互作用(Gilbert et al., 2008)。

2.2 颜色 CP 效应受即时言语任务影响

研究发现，颜色 CP 效应受言语干扰任务影响，不受非言语干扰任务影响。Roberson 和 Davidoff (2000)采用二选一迫选再认记忆范式，考察不同的呈现方式、内容、呈现位置的言语干扰任务对再认中 CP 效应的影响。结果发现，在言语干扰任务下，CP 效应消失，跨类别颜色记忆任务无论在编码阶段还是在储存阶段都需要言语编码参与。视觉干扰任务不影响 CP 效应，说明被试在类别知觉中只使用了言语编码。Wiggett 和 Davies (2008)考察了 Stroop 干扰刺激对颜色 CP 效应的影响，发现当 Stroop 刺激置于目标色块呈现之前，而且颜色词与目标色块一致时，会扩大 CP 效应，当颜色词与目标色块不一致时，CP 效应会缩小。这说明，CP 效应的产生与色块命名关系密切，Stroop 刺激在色块呈现前出现，如同类别启动线索，会加速或阻碍被试对跨类别刺激的辨别，证实语言在颜色类别知觉中的激活。

研究还发现，言语相关的启动任务影响颜色 CP 效应。Zhong 等人在颜色搜索任务中，使用“蓝色–绿色”判断任务和“深色–浅色”判断任务作为不同的启动任务，发现被试在右视野色环搜索任务中出现的 CP 效应随着启动任务的变化而变化。在“蓝–绿”判断启动任务下，右视野的 CP 效应扩大，在“深–浅”判断启动任务下，右视野的 CP 效应缩小。他们认为，被试在完成颜色觉察任务时，确实提取了颜色词，而且颜色词的提取策略受启动任务影响(Zhong, Li, Huang, Li, & Mo, 2018)。

新学习的颜色词汇的类别界限也会引起 CP 效应。Zhou 等人将本属于同一个类别的颜色，用新颜色名称对其进行人为的划分，并要求被试学习。在学习之后，要求被试完成视觉辨别任务，发现实验组出现以新名字为类别界限的右视野单侧

化的 CP 效应(Zhou et al., 2010)。在其他复杂事物知觉中的 CP 效应也被证实会因为短暂的语言标签学习而发生变化。Maier, Glage, Hohlfeld 和 Rahman (2014)要求被试学习原本不熟悉的事物名称，名称分为两类，一类是没有明确语义内容的标签，一类是语义内容明确而且信息丰富的标签。学习 2~3 天之后，采用 EEG 对被试完成知觉觉察任务的过程进行监测。结果显示，新学习的语义类别界限在刺激呈现 100~150ms 之间已经出现了调节作用，两种类型语言标签条件下所产生的 CP 效应在 200 ms 之前无显著差异，在 200 ms 之后差异显著。这说明，右视野知觉在早期加工中已经受语言影响，少量的语义标签足以引起 CP 效应，丰富的语义标签在知觉加工后期才显示作用，使语言对知觉产生更为独立的效应。Maier 等人认为，语言在知觉的不同阶段发挥了不同的调节作用。

2.3 跨语言 CP 效应研究的证据

多数颜色 CP 效应的跨语言研究显示，持不同语言的群体其颜色 CP 效应与语言中的类别界定一致，以此作为颜色 CP 效应由语言驱动的有力证据。Roberson, Davidoff, Davies 和 Shapiro (2005)采用相似性判断、短时记忆和长时记忆等任务对英语被试和来自南非一个半游牧部落的成人被试(语言中只有 5 个颜色词)进行颜色认知比较。结果表明，两组被试的 CP 效应与语言类别相符，差异显著。Winawer 等人发现，区分亮蓝(goluboy)和暗蓝(siniy)的俄罗斯人出现了以此为类别界限的 CP 效应，说明语义类别影响知觉类别(Winawer et al., 2007)。在韩国语中，存在英语中没有的两个颜色分类，Roberson 等人采用色环搜索任务考察韩国语被试的 CP 效应，发现在韩语特有的颜色类别中，韩语被试出现英语被试没有的 CP 效应，这个 CP 效应出现在大脑的两侧。进一步的分析显示，快反应的被试只显示了左脑的 CP 效应，慢反应的被试却显示了双脑的 CP 效应。Roberson 等人认为，语言系统在左右脑都起到了调节作用(Roberson, Pak, & Hanley, 2008)。Cibelli 等人研究英语和 Berinmo 语被试的颜色知觉和记忆，要求被试完成记忆迫选任务，参与迫选的干扰色块与目标色块或者来自同一类别或者来自不同类别。由于英语被试和 Berinmo 语被试在语言上的颜色类别界限不同，Cibelli 等人根据两个民族的语言类别以及实验所选色块在两个民族语言类别中的位置，预测被试的判断准确率，实验结果与预测基本相符，支持语言在 CP 效应中的决定性作用(Cibelli, Xu, Austerweil, Griffiths, & Regier, 2016)。

2.4 神经生理学的证据

fMRI 和 ERP 等神经生理学研究也证实语言在颜色 CP 效应进程中的作用。Siok 等人发现，在视觉搜索中，右视野不同类别的刺激会更快更多地激活左脑语言区，而且左后颞顶语言区的激活会自上而下地对视觉 V2/3 区的激活进行调节(Siok et al., 2009)。Kwok 等人发现，被试在学习蓝绿分类的新词汇后，左视野皮层 V2/3 区灰质发生了变化，证明成人大脑的解剖学结构可以因为新的颜色类别信息快速改变(Kwok et al., 2011)。Liu 等人发现，被试在进行异同判断时，在右视野的刺激出现了更多的 N2 成分，而且在一段潜伏期后会诱发 P3 成分，反映右视野同一类别刺激引发的语言加工抑制(Liu et al., 2010)。还有其他研究都发现语言影响 CP 效应的神经生理学证据(Clifford, Holmes, Davies, & Franklin, 2010; Mo et al., 2011; Tan et al., 2008)。

3 支持颜色 CP 效应独立于语言的证据

尽管众多研究表明语言对颜色 CP 效应有显著影响，但仍有不少证据反对这一观点，认为 CP 效应具有独立于语言的普遍性和源发性。针对语言驱动 CP 效应的支持者所呈现的左脑单侧化优势、即时语言任务干扰、跨语言研究等证据，支持 CP 效应独立于语言的学者从以下几方面提出了质疑。

3.1 颜色 CP 效应的双侧化

针对颜色 CP 效应单侧化优势的证据，有研究进行了重复验证，发现了不同结果，大脑两侧均出现了 CP 效应(Brown, Lindsey, & Guckes, 2011; Fonteneau & Davidoff, 2007; Witzel & Gegenfurtner, 2013)。Drivonikou 等人采用颜色觉察任务和颜色判断任务，考察对蓝/紫、蓝/绿、紫/粉等类别的颜色知觉，在左、右视野都发现了 CP 效应，只是右视野/左脑的 CP 效应更强。Drivonikou 等人认为，这一现象可能有两种解释，一是左脑效应通过胼胝体传至右脑，导致右脑出现了较微弱的 CP 效应；二是右脑本身具有独立于语言的源发性的 CP 效应，左右脑以不同机制

对 CP 效应起作用(Drivonikou et al., 2007)。Witzel 和 Gegenfurtner (2011)对颜色 CP 效应的相关研究进行详细分析，比较不同研究的实验范式和刺激界定，严格地控制实验材料和过程，重复了 Gilbert 等人和 Drivonikou 等人的实验。研究采用 230 个被试，用眼动仪监控被试的眼动，对刺激进行了多种颜色制的描述，结果只是部分地支持了已有研究的发现。他们发现，被试的表现并非如已有研究呈现的那么一致，实验刺激采用不同的颜色制进行界定也会导致不同的结果，并且，研究虽然也发现了颜色的 CP 效应，但 CP 效应并未呈现出单侧化，而是左、右脑都存在。研究未能解释实验结果，但对前人关于颜色 CP 效应单侧化证据提出了质疑。

3.2 无语言标签任务中的 CP 效应

诸多研究表明颜色 CP 效应受言语干扰任务的即时影响，说明被试在完成颜色知觉过程中激活了语言，导致了 CP 效应。但是, Holmes 和 Wolff (2012)的研究对该结论提出了质疑。他们使用四个剪影作为实验材料，对被试进行分组，一组在实验前学习剪影的名称(语言标签)，一组不学习语言标签，采用环形搜索范式考察两组被试的刺激觉察。结果发现，标签组与无标签组都出现了左脑优势的 CP 效应，而且没有显著差异。这说明，是否具有语言标签并不是 CP 效应出现的关键，语言并非左脑优势 CP 效应的决定性原因。他们认为，左脑优势的 CP 效应可能是由于左脑更倾向于类别加工。

3.3 跨语言研究的证据

针对语言驱动 CP 效应的支持者所呈现的跨语言研究证据，也有学者进行了验证，并且得到了不同的结果。首先，语义类别分区不同的被试，颜色的类别分区是否也不同？Kay (2002)将 Levinson (1997)对 Yeli Dnye 语被试和 Roberson 等人(2000)对 Berinmo 语被试的颜色命名数据重新统计后发现，虽然这两个民族在语言中“蓝”和“绿”混用，却仍然存在着蓝色和绿色的类别界限，这一界限与光谱的物理分区一致。Pilling 和 Davies (2004)让 Ndonga 语被试和英语被试完成颜色分类和颜色搜索任务，发现虽然在 Ndonga 语中没有“orange” (橙)、“pink” (粉红)和“purple” (紫)等颜色词，但 Ndonga 语被试和英语被试对颜色的分类和搜索并未出现明显的差异。张启睿、和秀梅和张积家(2007)比较彝族、白族、纳西族与汉族对 11 种基本颜色词的分类，发现 4 个民族的颜色词语义空间维度相似，都有“非彩色/彩色”维度，颜色词语义空间的坐标值相关也很高。这说明，虽然不同民族的颜色认知有一定差异，但颜色知觉类别的界限却存在普遍性。

3.4 婴幼儿的颜色 CP 效应

如果 CP 效应具有普遍性，应该在个体尚未掌握语言之前就存在。那么，未学习语言的婴儿的颜色知觉是否也存在 CP 效应？有研究确实在婴幼儿身上发现了 CP 效应(Clifford, Franklin, Davies, & Holmes, 2009; Franklin, Clifford, Williamson, & Davies, 2005; Franklin, Wright, & Davies, 2009)。对婴儿颜色 CP 效应的检验，通常通过眼动实验来实现，即，将目标色块置于颜色背景之下，目标色块与背景色或为同一类别的成员或为不同类别的成员，记录婴儿觉察目标刺激的眼动轨迹及时间。Franklin, Pilling 和 Davies (2005)比较了婴儿和成人在上述范式下的眼动数据发现，婴儿对跨类别目标色块的觉察显著快于类别内色块，与成人一样出现了颜色 CP 效应。由此认为，婴儿和成人的颜色分类均具有知觉性。Clifford 等人(2009)采用 ERP 技术检验婴儿在颜色觉察任务中的表现，与眼动研究的结果一致，当标准刺激与异常刺激分属于不同的颜色类别时，婴儿的 ERP 反应与同一类别时存在着显著差异。这说明, 7 个月大的婴儿就已经出现了颜色 CP 效应。Clifford 等人综合之前发现的婴儿语音的 CP 效应，指出婴儿的 CP 效应推翻了语言在类别知觉中的决定性作用的看法。

讲不同语言的国家的婴幼儿，在未习得语言之前和习得语言之后，类别知觉是否发生变化？Himba 语和英语婴幼儿的比较研究呈现出复杂的结果。Himba 语是一种不区分蓝和绿的语言, “蓝”和“绿”用同一词汇来表达，其颜色词的类别界限与英语不同。Franklin 等人(2005)以 2~4 岁正在习得颜色词的英语幼儿和 Himba 语幼儿为被试，考察两组被试的 CP 效应是否等价，发现两种语言的幼儿均出现了蓝绿类别的 CP 效应，颜色词掌握较好的幼儿并未出现更强的 CP 效应，两种语言的幼儿的 CP 效应未出现跨语言的差异。由此, Franklin 等人认为，颜色 CP 效应具有普遍性，颜色词的习得并未改变类别知觉，至少在学龄前没

有影响。Goldstein 等人重复并拓展了 Franklin 等人的实验，同时考察 Himba 语和英语幼儿在蓝–绿和蓝–紫范畴的颜色命名及分类，却发现了不同的结果。在再认任务中，颜色 CP 效应只出现在完全理解颜色词的幼儿身上。Himba 语幼儿在蓝–绿范畴中未出现 CP 效应，而是与不识颜色词的英语幼儿的表现相似(Goldstein, Davidoff, & Roberson, 2009)。Franklin, Wright 和 Davies (2009)对 Goldstein 等人的实验数据重新分析显示，未掌握颜色词的婴幼儿在实验中也出现了 CP 效应，但Goldstein等人重复实验中的多个研究确实都证实语言对颜色 CP 效应的作用。因此，实验范式本身可能具有局限性。上述矛盾的结果反映了 CP 效应机制的复杂性。

支持 CP 效应独立于语言、具有普遍性的学者认为，个体对颜色的类别知觉基于神经生理线索和物理线索，颜色分类由神经生理的早期水平决定，人在看到光谱时具有明显的不连续性，这种不连续性导致了颜色分类(Fagot, Goldstein, Davidoff, & Pickering, 2006; Okajima, Robertson, & Fielder, 2002; Regier et al., 2007)。也有学者更详细地将其解释为视觉混淆，认为由于类别间的色块知觉差异大，类别内的色块知觉差异小，从而导致了知觉混淆，造成了 CP 效应(Constable & Becker, 2017)。Jacob 指出(引自 Thériault, Pérez-Gay, Rivas, & Harnad, 2018)，在光谱上任选两个距离相等的颜色，当这两个颜色分属于不同类别时更容易被觉察，这种 CP 效应是大脑对颜色知觉固有的特征觉察能力，反映了大脑的边界敏感度。

4 颜色 CP 效应是语言驱动机制与普遍机制的共同作用

综合上述证据，存在着一种可能性：颜色 CP 效应的产生既存在着语言驱动机制，也存在着独立于语言的普遍机制，两种机制共同作用，左、右脑的 CP 效应反映了不同的加工机制。物理信息和言语编码均是颜色 CP 效应产生的原因，物理信息导致具有源发性和普遍性的知觉效应，言语编码导致语言对知觉的效应。这种观点支持普遍进化理论和Whorf假设并存的折衷理论。然而，还需要探讨两个问题：一是普遍机制与语言如何共同作用于颜色 CP 效应？二是语言对 CP 效应的影响是根本性的，还是短暂的？

4.1 CP 效应产生机制的相关模型

Regier 和 Xu 提出“类别调节模型”。他们认为，个体对颜色知觉的判断需要综合利用物理信息和言语信息等不同线索。当不同线索组成的信息同时呈现时，个体对线索的整合标准依据自己对信息的确信度进行权衡。当个体对颜色的视觉物理信息较为确信时，会直接通过物理信息进行知觉判断，当个体对颜色的视觉物理信息不确信时，会依赖词汇编码进行界定。即，对信息的确信程度是知觉判断线索整合的关键。正因为如此，Whorf 假设及语言的作用才会在不同研究中呈现出不同的结果(Regier & Xu, 2017)。

Thériault 等人提出“CP 缩减模型”。他们认为，在言语类别学习之前，属于无监控学习阶段。个体在无监控学习阶段对类别信息获取少，未对类别贴标签，但无监控学习如果数量足够多，也能够形成类别界限。一旦无监控学习的类别界限形成了，语言的标签作用对 CP 效应的影响就会降低(Thériault et al., 2018)。当无监控学习无法形成类别界限时，语言的介入就会显著扩大 CP 效应，两者可以共同起作用。

还有部分研究支持“任务驱动模型”。即，个体在不同任务中启动不同机制影响颜色类别知觉。该假说得到了神经生理学证据的支持。Koida 和 Komatsu (2007)通过动物实验发现，当猴子进行颜色分类时，其颞叶皮层的颜色选择神经元活跃以加速分类，当进行颜色辨别时，其颞叶皮层的颜色选择神经元会发生抑制，说明分类与精细知觉在脑区激活中存在着差异，表明颜色知觉的任务依赖性。Brouwer 和 Heeger (2013)采用 fMRI 检测被试完成颜色命名任务和注意分散任务的皮质激活情况，发现在颜色命名任务中，脑区出现了聚类现象，即当目标颜色属于同一知觉类别时，其激活模式比不同类别的目标颜色具有更大的相似性，而在注意分散任务中，却并无这一现象。这说明，个体会依据任务的不同而改变对颜色的表征，有时进行分散表征，有时进行聚类表征。Bird 等人运用 fMRI 也证实个体分辨具体颜色和分辨颜色类别是运用不同的脑区，以不同的方式进行颜色编码，两种方式并存(Bird, Berens, Horner, & Franklin, 2014)。

颜色词与颜色认知关系的相互作用理论(Interactive Theory of Color Terms and Color

Cognition) (张积家, 方燕红, 谢书书, 2012)能够较为全面地解释两种机制的共同作用。该理论认为, 颜色认知既涉及自下而上的数据驱动加工, 又涉及自上而下的概念驱动加工。影响颜色认知的因素有物理、生理、认知、智力、语言和文化六个因素, 这六个因素分为三个层次：(1)物理–生理水平：在这一层次上起作用的是颜色的物理属性[包括波长(色调)、光强(明度)和光波的纯杂程度(饱和度)]和人眼的生理特性(包括视网膜上的感光细胞和传导中的颜色加工通路); (2)认知–智力水平：在这一层次上起作用的是认知(包括感觉、知觉、记忆和思维)和智力; (3)社会–文化水平：包括不同社会的颜色文化, 如颜色偏爱、颜色和颜色词的联想意义和象征意义等。颜色的物理属性和人眼的生理构造使得不同地域、不同民族的人的颜色认知具有一致性; 语言和文化是理解颜色意义的前提, 纷繁复杂的语言和文化使人类的颜色认知表现出差异; 认知过程和智力水平是颜色认知的关键。认知过程不同, 智力水平不同, 使得同一语言和文化背景之下的人们的颜色认知也出现差异。三个层次、六个因素的相互作用, 决定了人对颜色的认知结果。在这其中, 语言的影响涉及认知–智力水平和社会–文化水平两个层次, 是影响 CP 效应的主要因素。张积家等人对纳西族、彝族、白族、傈僳族、普米族、摩梭人、鄂伦春族、蒙古族等少数民族的颜色认知进行考察, 并与汉族比较, 以跨语言和跨文化的研究结果印证了“颜色词与颜色认知关系的相互作用理论”。研究表明, 不同民族的人的颜色认知具有一致性, 但由于颜色词表达和颜色文化的差异, 其颜色认知存在着显著差异(和秀梅, 张积家, 2009; 王娟, 张积家, 2012; 王娟, 张积家, 和秀梅, 蔺翠珍, 2013; 谢书书, 张积家, 和秀梅, 林娜, 肖二平, 2008; 张积家, 陈栩茜, 尤宁, 王斌, 2018; 张积家, 刘丽虹, 陈曦, 和秀梅, 2008; 张积家, 孟乐, 2018)。那么, 语言是以何种方式影响颜色 CP 效应?

4.2　语言对颜色 CP 效应的作用

语言对颜色类别知觉的影响可能是即时性的, 也可能是根源性的。即时性的影响被称为语言对颜色知觉的直接效应(direct language effects), 指的是语言只在个体完成颜色知觉过程中作为一种策略被在线激活, 以帮助个体完成任务。在颜色辨别任务中, 被试可以通过命名类别间的色块来辅助区分, 而类别内的色块却难以命名, 因此出现了 CP 效应。目标色块的可命名与否会加大或缩小 CP 效应; 语言对颜色知觉根源性的影响被称为语言的间接效应(indirect language effects), 指的是语言可以塑造颜色知觉表征, 使颜色知觉类别空间与语义类别空间一致, 即使没有语言策略的在线辅助, CP 效应也出现在颜色知觉任务中。

要明确上述问题, 需要厘清语言效应究竟出现在颜色知觉加工中的哪个阶段。如果语言的作用太直接, 或者说个体只是运用“命名策略”来完成任务, 语言的作用就不应该出现在颜色知觉加工的早期阶段。张积家等人(2018)表明, 颜色词的语用关系不影响汉语母语者的颜色相似性判断, 却影响颜色分类和颜色再认。在汉语中, “红”与“紫”比“蓝”与“绿”语用关系更密切。“红”与“紫”有更多的联合表达, 有更类似的颜色感应。他们发现, 与“蓝–绿”色块相比, 汉语母语者在包含记忆成分的任务中对“红–紫”色块具有认知劣势。由此认为, 由语用关系引起的颜色感应在颜色认知中起着重要的调节作用, 记忆编码在此过程中起着直接的作用。显然, 语言的这种作用发生在颜色认知的晚期阶段, 属于直接效应。

然而, 也有研究证实语言在颜色知觉加工的早期阶段就已经开始发生影响。首先, 色环搜索任务范式只涉及知觉的早期加工, 在大量的以色环搜索任务为范式的研究中, 均发现了与语言相关的颜色 CP 效应(Al-Rasheed, Franklin, Drivonikou, & Davies, 2014; Gilbert et al., 2006; Gilbert et al., 2008; Regier & Kay, 2009; Roberson & Pak, 2009; Thierry et al., 2009); 其次, 控制语言直接效应产生的条件, 即控制颜色的可命名性, 仍然能够发现语言对颜色认知的影响。谢书书等(2008)采用相似性判断任务和再认任务考察彝族、白族、纳西族和汉族大学生对黑色和白色的认知, 实验刺激为光亮度不同的黑色和白色, 可命名度极低, 控制了产生语言直接效应的条件。结果表明, 即使控制语言的直接效应, 不同民族的被试不管在基于知觉早期的相似性判断任务, 还是在包含记忆过程的再认任务中, 都显示出与其文化差异一致的颜色认知差异。张积家和孟乐(2018)采用相同的实验范式考察蒙古族被试和汉族被试对黑、白、蓝、绿的认知, 发现两个民族对颜色的不同隐喻与联想方式的差异影响颜色认知, 语言与颜色文化塑

造了讲话者的颜色偏爱，从而影响其颜色知觉。杨群、张启睿、冯意然和张积家(2019)采用颜色相似性判断、颜色分类和颜色再认任务考察维吾尔族和汉族的大学生对红、绿的认知，他们分别以绿色(RGB：0, 255, 0)和红色(RGB：255, 0, 0)为中心，在 RGB 色谱上做纵向分界线，将光谱的红色区、绿色区分别划分为左、右两组颜色，严格地控制材料可命名性的影响，发现与汉族被试相比，维吾尔族被试对绿色的辨认、分类和再认存在着反应优势，对红色认知存在着反应劣势。与颜色辨认反应相比，两个民族的被试对颜色再认的反应时显著长。第三，ERP 研究显示，新学习的语义类别界限在刺激呈现的 100~150 ms 之间已经出现对颜色 CP 效应的调节作用(Maier et al., 2014)。上述研究均表明，语言对颜色知觉的影响不只是直接效应，而是间接效应与直接效应并存。

5 结语

本文梳理了近 20 年颜色 CP 效应机制研究中支持语言驱动和支持普遍机制的证据，并且介绍了近年来出现的两种机制并存的理论趋势，评述语言的作用。对颜色 CP 效应机制的探讨，提供了一种可能性：具有普遍性的感知信息等物理连续变量，在语言的作用下，有可能向非线性的分类变量转化，改变了人对事物的表征，影响着人看世界的方式，这对认知科学研究具有十分重要的意义。值得进一步考察的问题包括以下方面。

首先，如果线性的物理连续变量可以在后天环境中向非线性的分类变量转化，那么，影响转化的因素有哪些？语言无疑是其中最重要的因素之一。除此之外，依据“颜色词与颜色认知关系的相互作用理论” (张积家 等, 2012)，认知、智力、社会、文化都是重要的影响因素。语言的作用前已详述，还有其他的研究证实颜色偏好、颜色与颜色词的联想意义和象征意义、人格特点、语用关系、宗教文化、生活习惯、生活环境等均对颜色知觉有显著的影响(王娟，张积家，林娜，2010; 张积家 等，2008; 和秀梅，张积家，2009; 杨群 等，2019; 杨群，张积家，2014; 张积家，孟乐，2018)。中国拥有 56 个民族，其语言、文化、生活习惯和社会环境都具有独特性，对这些因素影响颜色知觉的规律进行深入的探讨，极具价值。

其次，如果线性的物理连续变量可以在后天环境中向非线性的分类变量转化，那么，转化的条件与进程为何？二者如何并存？在什么情况下？由谁来主导？以颜色认知为例，个体在知觉颜色时既有物理信息/生理信息，也有类别信息/言语信息。在个体出生时，物理信息/生理信息占主导地位，当语言介入时，情况开始发生变化，语言的地位在某个时间节点中发生了转变，从辅助地位上升为主导地位，从而引起了颜色知觉的变化。正如 Roberson 等人的追踪研究所表明的，儿童在三年里颜色识别能力的变化，与其颜色命名及理解能力的发展息息相关，颜色知觉在物理/生理信息驱动之后，不断地根据文化和语言的适应性进行类别组织(Roberson, Davidoff, Davies, & Shapiro, 2004)。对这种转化进程及条件进行探究，既具有理论价值，也具有教育意义。

第三，CP 效应的语言驱动机制与非语言的普遍机制并存的神经生理研究。已有关于语言影响知觉进程的神经生理研究多以知觉任务进程中语言相关脑区的激活为证据，需要考虑两个问题：(1)使用不同语言的群体，其语言相关功能区存在着差异，尤其以象形文字和意音文字为书面语的语言系统所激活的脑区可能与拼音文字有所不同(Siok, Perfetti, Jin, & Tan, 2004; Tan et al., 2001; Tan, Laird, Li, & Fox, 2005; 谢书书，张积家, 2012; 羊彪，许世彤，区英琦，1989)，这种差异在语言影响知觉的神经生理证据中应该被考虑在内；(2)两种机制如何并存且共同作用于颜色知觉？可以通过不同的实验范式，采用神经生理学的手段进行更为直观的验证。

此外，类别知觉效应的出现，打破了认知心理学对知觉系统和概念系统的清晰划分，使概念系统和知觉系统出现了双向渗透的可能性，语言在其中发挥了重要的作用。研究两种机制并存的规律，明确语言与文化的作用，不但可以解决语言普遍论与语言相对论的争论，更能够进一步发挥语言与文化在认知科学及教育中的效用。

参考文献

和秀梅，张积家. (2009). 3~6 岁纳西族儿童颜色命名能力的发展. *华南师范大学学报(社会科学版)*, (1), 145–148.

王娟，张积家. (2012). 颜色词与颜色认知的关系——基于民族心理学的研究视角. *心理科学进展*, *20*(8), 1159–1168.

王娟，张积家，和秀梅，蔺翠珍. (2013). 傈僳族、普米族

基本颜色词的概念结构——兼与摩梭人高中生基本颜色词概念结构比较. *大理学院学报*, (7), 13–19.

王娟, 张积家, 林娜. (2010). 纳日人颜色词的概念结构——兼与纳西人颜色词概念结构比较. *中央民族大学学报(哲学社会科学版)*, *37*(2), 87–93.

谢书书, 张积家. (2012). 东巴文认知研究对心理语言学的贡献及展望. *心理科学进展*, *20*(8), 1212–1221.

谢书书, 张积家, 和秀梅, 林娜, 肖二平. (2008). 文化差异影响彝、白、纳西和汉族大学生对黑白的认知. *心理学报*, *40*(8), 890–901.

羊彪, 许世彤, 区英琦. (1989). 母语不同者在汉字及英文辨认中大脑两半球的功能特点. *心理学报*, *21*(2), 70–74.

杨群, 张启睿, 冯意然, 张积家. (2019). 语言和文化影响颜色认知: 直接语言效应抑或间接语言效应? *心理学报*, *51*(5), 543–556.

杨群, 张积家. (2014). 鄂伦春语基本颜色词的分类——兼论语言、文化与智力对颜色认知的影响. *满语研究*, (1), 61–67.

张积家, 陈栩茜, 尤宁, 王斌. (2018). 颜色词的语用关系影响颜色认知. *心理学报*, *50*(4), 390–399.

张积家, 方燕红, 谢书书. (2012). 颜色词与颜色认知的关系: 相互作用理论及其证据. *心理科学进展*, *20*(7), 949–962.

张积家, 刘丽虹, 陈曦, 和秀梅. (2008). 纳西语颜色认知关系研究. *民族语文*, (2), 49–55.

张积家, 孟乐. (2018). 语言和颜色文化对蒙、汉大学生颜色认知的影响. *华南师范大学学报(社会科学版)*, (5), 59–68.

张启睿, 和秀梅, 张积家. (2007). 彝族、白族和纳西族大学生的基本颜色词分类. *心理学报*, *39*(1), 18–26.

Al-Rasheed, A., Franklin, A., Drivonikou, G., Davies, I. (2014). Left hemisphere lateralization of categorical color perception among roman and arabic script readers. *Psychology*, *5*(3), 255–270.

Berlin, B., & Kay, P. (1991). *Basic color terms: Their universality and evolution*. The David Hume series of philosophy and cognitive science reissues Berkeley: University of California Press.

Bird, C. M., Berens, S. C., Horner, A. J., & Franklin, A. (2014). Categorical encoding of color in the brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(12) 4590–4595.

Bornstein, M. H., & Korda, N. O. (1984). Discrimination and matching within and between hues measured by reaction times: Some implications for categorical perception and levels of information processing. *Psychological Research*, *46*(3), 207–222.

Brouwer, G. J., & Heeger, D. J. (2013). Categorical clustering of the neural representation of color. *The Journal of Neuroscience*, *33*(39), 15454 - 15465.

Brown, A. M., Lindsey, D. T., & Guckes, K. M. (2011). Color names, color categories, and color-cued visual search: sometimes, color perception is not categorical. *Journal of Vision*, *11*(12), 1–21.

Cibelli, E., Xu, Y., Austerweil, J. L., Griffiths, T. L., & Regier, T. (2016). The sapir-whorf hypothesis and probabilistic inference: Evidence from the domain of color. *Plos One*, *11*(8), e0161521.

Clifford, A., Franklin, A., Davies, I. R. L., & Holmes, A. (2009). Electrophysiological markers of categorical perception of color in 7-month old infants. *Brain and Cognition*, *71*(2), 165–172.

Clifford, A., Holmes, A., Davies, I. R. L., & Franklin, A. (2010). Color categories affect pre-attentive color perception. *Biological Psychology*, *85*(2), 275–282.

Constable, M. D., Becker, S. I. (2017). Right away: A late, right-lateralized category effect complements an early, left-lateralized category effect in visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, *24*(5), 1611–1619.

Daoutis, C. A., Pilling, M., & Davies, I. R. L. (2006). Categorical effects in visual search for colour. *Visual Cognition*, *14*(2), 217–240.

Drivonikou, G. V., Kay, P., Regier, T., Ivry. R. B., Gilbert, A. L., Franklin, A., & Davies, I. R. L. (2007). Further evidence that Whorfian effects are stronger in the right visual field than the left. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(3), 1097–1102.

Fagot, J., Goldstein, J., Davidoff, J., & Pickering, A. (2006). Cross-species differences in color categorization. *Psychonomic Bulletin & Review*, *13*(2), 275–280.

Fonteneau, E., Davidoff, J. (2007). Neural correlates of colour categories. *Neuroreport*, *18*(13), 1323–1327.

Franklin, A., Clifford, A., Williamson, E., & Davies, I. (2005). Color term knowledge does not affect categorical perception of color in toddlers. *Journal of Experimental Child Psychology*, *90*(2), 114–141.

Franklin, A., Pilling, M., & Davies, I. R. L. (2005). The nature of infant color categorization: Evidence from eye movements on a target detection task. *Journal of Experimental Child Psychology*, *91*(3), 227–248.

Franklin, A., Wright, O., Davies, I. R. L. (2009). What can we learn from toddlers about categorical perception of color? Comments on Goldstein, Davidoff, and Roberson. *Journal of Experimental Child Psychology*, *102*(2), 239–245.

Gilbert, A.L., Regier, T., Kay, P., & Ivry, R.B. (2006). Whorf hypothesis is supported in the right visual field but not the left. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(2), 489–494.

Gilbert, A. L., Regier, T., Kay, P., & Ivry, R. B. (2008). Support for lateralization of the Whorf effect beyond the realm of color discrimination. *Brain and Language*, *105*(2),

91–98.

Goldstein, J., Davidoff, J., & Roberson, D. (2009). Knowing color terms enhances recognition: Further evidence from English and Himba. *Journal of Experimental Child Psychology*, *102*(2), 219–238.

Goldstone, R. L., & Hendrickson, A. T. (2010). Categorical perception. *Wires Cognitive Science*, *1*(1), 69–78.

Holmes, K. J., & Wolff, P. (2012). Does categorical perception in the left hemisphere depend on language? *Journal of Experimental Psychology: General*, *141*(3), 439–443.

Kay, P., & Kempton, W. (1984). What is the Sapir-Whorf hypothesis? *American Anthropologist*, *86*(1), 65–79.

Kay, P. (2002).Color categories are not arbitrary. *Journal of Vision*, *2*(10), 1–21.

Kay, P., & Regier, T. (2003). Resolving the question of color naming universals. *Proceedings of the National Academy of Science*, *100*(15), 9085–9089.

Kay, P., & Regier, T. (2007). Color naming universals: The case of Berinmo. *Cognition*, *102*(2), 289–298.

Koida, K., & Komatsu, H. (2007). Effects of task demands on the responses of color selective neurons in the inferior temporal cortex. *Nature Neuroscience*, *10*(1), 108-116.

Kwok, V., Niu, Z., Kay, P., Zhou, K., Mo, L., Jin, Z., So, K., & Tan, L. H. (2011). Learning new color names produces rapid increase in gray matter in the intact adult human cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(16), 6686–6688.

Levinson, S. A. (1997). Yélî dnye and the theory of basic color terms. *Journal of Linguistic Anthropology*, *10*(1), 3–55.

Lillo, J., Gonzalez-Perilli, F., Prado-Leon, L., Melnikova, A., Aivaro, L., Collado, J. A., & Moreira, H. (2018). Basic color terms (BCTs) and categories (BCCs) in three dialects of the Spanish language interaction between cultural and universal factors. *Frontiers in Psychology*, *9*, 1–19.

Liu, Q., Li, H., Campos, J. L., Teeter, C., Tao, W., Zhang, Q., & Sun, H. (2010). Language suppression effects on the categorical perception of colour as evidenced through ERPs. *Biological Psychology*, *85*(1), 45–52.

Maier, M., Glage, P., Hohlfeld, A., & Rahman, R. A. (2014). Does the semantic content of verbal categories influence categorical perception? An ERP study. *Brain and Cognition*, *91*, 1–10.

Mo, L., Xu, G., Kay, P., & Tan, L. H. (2011). Electrophysiological evidence for the left-lateralized effect of language on preattentive categorical perception of color. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(34), 14026–14030.

Okajima, K., Robertson, A. R., & Fielder, G. H. (2002). A quantitative network model for color categorization. *Color Research & Application*, *27*(4), 225–232.

Özgen, E., & Davies, I. R. L. (2002). Acquisition of categorical color perception: A perceptual learning approach to the linguistic relativity hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: General*, *131*(4), 477–493.

Pilling, M., & Davies, I. (2004). Linguistic relativism and colour cognition. *British Journal of Psychology*, *95*(4), 429–455.

Regier, T., Kay, P. & Cook, R. S. (2005). Focal colors are universal after all. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *102* (23), 8386–8391.

Regier, T., Kay, P., & Khetarpal, N. (2007). Color naming reflects optimal partitions of color space. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(4), 1436–1441.

Regier, T., & Kay, P. (2009). Language, thought, and color: Whorf was half right. *Trends in Cognitive Sciences*, *13*(10), 439–446.

Regier, T., & Xu, Y. (2017). The Sapir-Whorf hypothesis and inference under uncertainty. *WIREs Cognitive Science*, *8*(6), e1440.

Roberson, D., Davies, I., & Davidoff, J. (2000). Color categories are not universal: Replications and new evidence from a stone-age culture. *Journal of Experimental Psychology: General*, *129*(3), 369–398.

Roberson, D., & Davidoff, J. (2000). The categorical perception of colors and facial expressions: The effect of verbal interference. *Memory and Cognition*, *28*(6), 977–986.

Roberson, D., Davidoff, J., Davies, I. R. L., & Shapiro, L. R. (2004). The development of color categories in two languages: A longitudinal study. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*(4), 554-571.

Roberson, D., Davidoff, J., Davies, I. R. L., & Shapiro, L. R. (2005). Color categories: Evidence for the cultural relativity hypothesis. *Cognitive Psychology*, *50*(4), 378–411.

Roberson, D., Pak, H., & Hanley, J. R. (2008). Categorical perception of color in the left and right visual field is verbally mediated: Evidence from Korean. *Cognition*, *107*(2), 752–762.

Roberson, D., & Pak, H. (2009). Categorical perception of color is restricted to the right visual field in Korean speakers who maintain central fixation. *Journal of Cognitive Science*, *10*, 41–52.

Siok, W.T., Perfetti, C.A., Jin, Z., & Tan, L.H. (2004). Biological abnormality of impaired reading is constrained by culture. *Nature*, *431*, 71–76.

Siok, W. T., Kay, P., Wang, W. S. Y., Chan, A. H. D., Chen, L., Luke, K., & Tan, L. H. (2009). Language regions of brain are operative in color perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(20), 8140–8145.

Tan, L. H., Liu, H-L., Perfetti, C. A., Spinks, J. A., Fox, P. T., & Gao, J-H. (2001). The neural system underlying

Chinese logograph reading. *NeuroImage*, *13*(5), 836–846.

Tan, L. H., Laird, A., Li, K., & Fox, P. T. (2005). Neuroanatomical correlates of phonological processing of Chinese characters and alphabetic words: A meta-analysis. *Human Brain Mapping*, *25*(1), 83–91.

Tan, L. H., Chan, A. H. D., Kay, P., Khong, P-L., Yip, L. K. C., & Luke, K-K. (2008). Language affects patterns of brain activation associated with perceptual decision. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*(10), 4004–4009.

Thériault, C., Pérez-Gay, F., Rivas, D., & Harnad, S. (2018). Learning-induced categorical perception in a neural network model. *Topics in Cognitive Science*, 1–11.

Thierry, G., Athanasopoulos, P., Wiggett, A., Dering, B., & Kuipers, J. (2009). Unconscious effects of language-specific terminology on preattentive color perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106* (11), 4567–4570.

Winawer, J., Witthoft, N., Frank, M. C., Wu, L., Wade, A. R., & Boroditsky, L. (2007). Russian blues reveal effects of language on color discrimination. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(19), 7780–7785.

Wiggett, A. J., & Davies, I. R. L. (2008). The effect of Stroop interference on the categorical perception of color. *Memory & Cognition*, *36*(2), 231–239.

Witzel, C., & Gegenfurtner, K. R. (2011). Is there a lateralized category effect for color? *Journal of Vision*, *11*(12), 16.

Witzel, C., & Gegenfurtner, K. R. (2013). Categorical sensitivity to color differences. *Journal of Vision*, *13*(7), 1.

Zhong, W., Li Y., Huang, Y., Li, H., & Mo, L. (2018). Is the lateralized categorical perception of color a situational effect of language on color perception? *Cognitive Science*, *42*(1), 350–364.

Zhou, K., Mo, L., Kay, P., Kwok, V. P. Y., Tiffany, N. M. I., & Tan, L. H. (2010). Newly trained lexical categories produce lateralized categorical perception of color. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(22), 9974–9978

The mechanism of color category perception: Effects of language

XIE Shushu[1]; ZHANG Jijia[2]

([1] *College of Teacher Education, Jimei University, Xiamen* 361021, *China*)

([2] *Department of Psychology, Renmin University of China; The State Ethnic Affairs Commission Key Research, Center for Language, Cultural, and Psychology; Key Research Center for National Psychology and Education, the National Education Development Center of the Ministry of Education, Beijing* 100872, *China*)

Abstract: Categorical perception (CP) effect indicates that people are faster and more accurately at discriminating between two colors from different categories than two colors from the same category, even when between- and within-category chromatic separation sizes are equated. CP effect is an important evidence for the controversy between Sapir-Whorf hypothesis and the Universal Evolution theory (UE). Some studies demonstrated that CP is language-driven. They found that CP is left-lateralized and is disrupted by verbal, but not by nonverbal interference task. Moreover, the language-driven CP also got support from the cross-language researches and neurophysiological studies. However, other studies proved the existence of bilateral CP effects and CP effect in pre-linguistic infants. In recent researches, there is a third perspective that CP effect results from both innate mechanism and language-driven mechanism. Evidences supporting language-driven CP, innate CP and the compromised viewpoint can be summarized to explore the mechanism of color CP and the effects of language. Further research should focus on the interaction between perception system and concept system.

Key words: color category perception; language-driven mechanism; Sapir-Whorf Hypothesis; the Universal Evolution Theory